



证 明

本证明之附件是向本局提交的下列专利申请副本

申 请 日： 2003 03 26

申 请 号： 03 1 14064.5

申 请 类 别： 发明

发明创造名称： 一种场发射显示器的制作方法

申 请 人： 清华大学；鸿富锦精密工业（深圳）有限公司

发明人或设计人：刘亮；范守善



中华人民共和国
国家知识产权局局长

王 荣 川

2003 年 5 月 20 日



权 利 要 求 书

1. 一种制作场发射显示器的方法包括如下步骤:
 - (1) 提供一种工作板;
 - (2) 根据预定的显示点阵在工作板上沉积栅极电极;
 - (3) 在栅极上形成一层绝缘介质膜;
 - (4) 在绝缘介质膜上沉积催化剂层;
 - (5) 根据上述预定的显示点阵在催化剂层上形成绝缘层, 使该绝缘层的相应于显示点阵的位置留有一空间;
 - (6) 通过化学气相沉积法在上述绝缘层的空间内, 催化剂层上生长碳纳米管阵列;
 - (7) 在碳纳米管阵列上沉积阴极电极;
 - (8) 封装阴极电极并去除工作板;
 - (9) 用湿法刻蚀工艺去除绝缘层与显示点阵相应的部分;
 - (10) 与带有阳极电极的荧光屏封装。
2. 如权利要求1所述的场发射显示器的方法, 其特征在于在步骤(1)之后步骤(2)之前进一步要在工作板上沉积一层栅极保护层。
3. 如权利要求2所述的场发射显示器的方法, 其特征在于该栅极保护层的厚度为1微米~100微米。
4. 如权利要求2所述的场发射显示器的方法, 其特征在于该栅极保护层的制备材料为玻璃、涂敷绝缘层的金属、硅、氧化硅、陶瓷或云母。
5. 如权利要求1所述的场发射显示器的方法, 其特征在于在步骤(3)之后步骤(4)之前进一步要在绝缘介质膜上沉积一层硅保护层, 步骤(4)中的催化剂层沉积于该硅保护层上。
6. 如权利要求1所述的场发射显示器的方法, 其特征在于该绝缘介质膜的厚度为1微米~1000微米。
7. 如权利要求6所述的场发射显示器的方法, 其特征在于该绝缘介质膜的厚度为10微米~200微米。
8. 如权利要求1所述的场发射显示器的方法, 其特征在于该绝缘介质膜的制备材料为玻璃、涂敷绝缘层的金属、硅、氧化硅、陶瓷或云母。

9. 如权利要求5所述的场发射显示器的方法, 其特征在于该硅保护层的厚度为10纳米~1000纳米。
10. 如权利要求5所述的场发射显示器的方法, 其特征在于在步骤(9)之后步骤(10)之前进一步要用干法刻蚀去除保护层与显示点阵相应的部分。
11. 如权利要求1所述的场发射显示器的方法, 其特征在于该绝缘层的制备材料为玻璃、涂敷绝缘层的金属、硅、氧化硅、陶瓷或云母。
12. 如权利要求1所述的场发射显示器的方法, 其特征在于该绝缘层的厚度为1微米~10毫米。
13. 如权利要求12所述的场发射显示器的方法, 其特征在于该绝缘层的厚度为10微米~500微米。
14. 如权利要求1所述的场发射显示器的方法, 其特征在于在步骤(7)为先在碳纳米管阵列上沉积一层电阻负反馈层, 再在电阻负反馈层上沉积阴极电极。
15. 如权利要求14所述的场发射显示器的方法, 其特征在于该电阻负反馈层的制备材料为硅或合金。
16. 如权利要求1所述的场发射显示器的方法, 其特征在于催化层的厚度为1~10纳米。
17. 如权利要求16所述的场发射显示器的方法, 其特征在于催化层的厚度为5纳米。
18. 如权利要求1所述的场发射显示器的方法, 其特征在于在步骤(9)之后步骤(10)之前进一步用激光去除催化剂层在显示点阵相应的部分。

说明书

一种场发射显示器的制作方法

【技术领域】

本发明是关于一种场发射显示装置，尤其设计一种基于碳纳米管的场发射显示器的制作方法。

【背景技术】

碳纳米管是在 1991 年由 Iijima 在电弧放电的产物中首次发现的中空碳管，其表在 1991 年出版的 Nature 354, 56。碳纳米管以其优良的导电性能，完美的晶格结构，纳米尺度的尖端等特性而成为极具希望的场发射阴极材料，在场发射平面显示器件、电真空器件、大功率微波器件等应用领域有着广阔的前景。

通过化学气相沉积法可以容易地在硅片、玻璃等基板上生长出位置、取向、高度都确定的碳纳米管阵列，而点阵的尺寸可以通过半导体光刻工艺控制催化剂薄膜达到很高的制造精度，这使得碳纳米管阵列在平面显示器件中可能得到迅速的应用。

美国专利 6,339,281 揭露了一种三级型结构碳纳米管场发射显示器的制备方法。该方法包括如下步骤：

- (1) 在一基底形成阴极，再在阴极上形成一绝缘层；
- (2) 在绝缘层上形成栅极层，再在栅极层上形成开口；
- (3) 利用栅极层作为掩模，用过刻蚀在绝缘层中形成一微孔；
- (4) 在基底上形成一层催化剂，利用化学气相沉积法在基底上生长碳纳米管阵列。

然而实际制备过程中，利用化学气相沉积法制备用于场发射的碳纳米管阵列有如下缺点及本领域一直难以克服的难题：

1. 为了达到显示均匀性，栅极与用于场发射的碳纳米管阵列的间距需要在大面积上保持微米量级的均匀性，而利用化学气相沉积生长工艺要做到碳纳米管高度大面积均匀比较困难。
2. 为了制作便携式平面显示器，必须减低能耗，同时为了线路上易于实现寻址和对显示灰度的控制，要求尽量降低栅级的起始发射电压，因

8

此栅极与碳纳米管阵列的间距应尽可能减小。化学气相沉积方法虽然能够大体上控制碳纳米管阵列的生长高度，但其精度目前还不能满足要求，难以精确控制上述间距在一理想的范围。

3. 化学气相沉积法生长的碳纳米管阵列上表面不可避免的会有一薄层杂乱分布的碳纳米管，且其尺度不均匀，并夹杂少量的催化剂颗粒或无定性碳等杂质，造成场发射性能的不稳定和不均匀，并可能降低器件的寿命。

【发明内容】

本发明要解决的一个技术问题是提供一种栅极与碳纳米管阵列的间距在大面积上保持微米量级的均匀性的场发射显示器的制作方法。

本发明进一步要解决的技术问题是提供一种碳纳米管阵列发射端的碳纳米管尺度均匀、整齐排列、不含有催化剂颗粒或无定性碳等杂质的场发射显示器的制作方法。

本发明再进一步要解决的技术问题是提供一种栅极与碳纳米管阵列的间距可尽可能减小，例如达到微米量级的场发射显示器的制作方法。

为解决上述问题，本发明提供一种场发射显示器的制作方法。其主要包括如下步骤：

- (1) 提供一种工作板；
- (2) 根据预定的显示点阵在工作板上沉积栅极电极；
- (3) 在栅极上形成一层绝缘介质膜；
- (4) 在绝缘介质膜上沉积催化剂层；
- (5) 根据上述预定的显示点阵在催化剂层上形成绝缘层，使该绝缘层的相应于显示点阵的位置留有一空间；
- (6) 通过化学气相沉积法在上述绝缘层的空间内，催化剂层上生长碳纳米管阵列；
- (7) 在碳纳米管阵列上沉积阴极电极；
- (8) 封装阴极电极并去除工作板；
- (9) 用湿法刻蚀工艺去除绝缘层；
- (10) 与带有阳极电极的荧光屏封装。

其中，在步骤(2)之后步骤(1)之前进一步可在工作板上沉积一层栅极保护

层，目的是避免栅极在生长过程中积碳；在步骤(3)之后步骤(4)之前进一步可在绝缘介质膜上沉积一层硅保护层，步骤(4)中的催化剂层沉积于保护层上。相应的，在步骤(9)之后步骤(10)之前进一步要用干法刻蚀去除保护层与显示点阵相应的部分。另外，在步骤(7)中可先在碳纳米管阵列上沉积一层电阻负反馈层，再在电阻负反馈层上沉积阴极电极。该电阻负反馈层的制备材料为硅或合金。

该栅极保护层的制备材料与该绝缘介质膜的制备材料可为玻璃、涂敷绝缘层的金属、硅、氧化硅、陶瓷或云母，要求能够耐受700°C左右的碳纳米管生长温度。该栅极保护层的厚度为1微米~100微米，该绝缘介质膜的厚度为1微米~1000微米，优选为10微米~200微米。该绝缘层的制备材料可为玻璃、涂敷绝缘层的金属、硅、氧化硅、陶瓷或云母，其厚度为1微米~10毫米，优先为10微米~500微米。保护层的厚度为10纳米~1000纳米。催化层的厚度为1~10纳米。优选为5纳米。

利用本发明方法制得的场发射显示器的绝缘介质膜可用来控制栅极与碳纳米管的间距，可以实现该距离的人为控制进而获得较低的栅极启动电压。本发明碳纳米管阵列是通过化学气相沉积法制得，且用作发射电子的发射端为碳纳米管靠近催化剂的一端，因此用于发射电子的碳纳米管可实现大面积高度一致均匀性，进而可实现各像素的场发射效果的一致性。而且发射端面不会含有催化剂颗粒或无定性碳等杂质，也不会含有杂乱分布的碳纳米管，使场发射性能更稳定、更均匀，从而延长场发射显示器的寿命。

下面结合附图和具体实施方式对本发明做进一步揭露。

【附图说明】

图1是制造本发明场发射显示器所用的具有多孔的工作板的主视图。

图2是在栅极保护层上沉积栅极电极的示意图。

图3是在图2所示之栅极电极上沉积绝缘介质膜的示意图。

图4是在图3所示之绝缘介质膜上沉积保护层的示意图。

图5是在图4所示之保护层上形成催化剂层的示意图。

图6是在图5所示之催化剂层上形成带有间隙的绝缘层的示意图。

图7是在图6所示之绝缘层之间隙中生长碳纳米管阵列的示意图。

图8是在图7所示之碳纳米管阵列的顶部沉积负反馈层的示意图。

图 9 是对图 8 所示之负反馈层上沉积阴极电极的示意图。

图 10 是去除图 9 中的工作板后对阴极电极封装底板的示意图。

图 11 是对栅极保护层和图 10 中的绝缘介质膜进行刻蚀的示意图。

图 12 是对图 11 中碳纳米管的保护层进行刻蚀的示意图。

图 13 是封装显示屏后的场发射显示器的结构示意图。

【具体实施方式】

请先参阅图 13，本发明的场发射显示器的结构示意图。其包括：阴极 17，阳极 20，位于阴极与阳极间的栅极 19，用作场发射单元的碳纳米管阵列 15 和栅极与阴极间的绝缘层 14，该碳纳米管阵列 15 的一个端面通过电阻负反馈层 16 与阴极 17 电性相连，该碳纳米管阵列 15 的另一个与绝缘层 14 的靠近栅极 19 的端面基本位于同一平面，在绝缘层 14 与栅极 19 之间还包括一绝缘介质膜 12。阴极 17 通过底板 18 封装。

下面通过图 1 至图 12 介绍本发明制造场发射显示器的方法。

请参阅图 1，首先，提供一个工作板 10，该工作板 10 的表面可以带有细微凹槽 101 或气孔 101，以便成品脱附容易。先用石蜡 102 等易于去除的物质涂平，其平整度要求在 1 微米以下。工作板 10 应当可耐受碳纳米管生长时的高温，并可反复使用。

再在工作板 10 上沉积一层栅极保护层(如未示)。此栅极保护层的目的在于保护栅极 19 在后续生长工艺中不产生积碳，其必要性取决于栅极材料的选择，因此此步骤不是本发明的必要步骤。栅极保护层材料同绝缘介质膜 11，厚度为 1 微米~100 微米。

请参阅图 2，再在工作板 10 上的栅极保护层上沉积栅极电极 19。沉积可采用电子束蒸发、热蒸发或溅射法，沉积可用镂空的模板(图未示)，或者用光刻工艺。栅极 19 的材料原则上可选用任何金属，但需能够耐受 700°C 左右的碳纳米管生长温度，且其热膨胀系数能够与栅极保护层 5、绝缘介质膜 11、保护层 12、绝缘层 14、底板 18 以及工作板 10 相匹配。

请参阅图 3，再在栅极电极 19 上沉积一绝缘介质膜 11。沉积方法可用镀膜、印刷或直接采用现成的薄板。此绝缘介质膜 11 在结构中用于控制阴极 17 与栅极 19 间的间距，和后续工艺中的印刷、生长用的基板。绝缘介质膜 11 的厚度范围为：1 微米~1000 微米，最佳厚度范围约为 10 微米~200 微

米，平整度要求在 1 微米以下。此绝缘介质膜 11 应当可光刻加工，并且能够耐受 700°C 左右的碳纳米管生长温度，其材料可选择高温玻璃、涂敷绝缘层的金属、硅、氧化硅或陶瓷、云母等。

请参阅图 4，再在绝缘介质膜 11 上沉积一层保护层 12。沉积时用光刻法制作出显示点阵。此保护层 12 的目的在于保护碳纳米管在后续工艺中可能采用的湿法刻蚀步骤中不被破坏，因此不是本发明的必要结构。保护层 12 可采用硅或其它材料，要求可耐受湿法刻蚀，但可用不损伤碳纳米管的干法刻蚀工艺去除。沉积方法可采用电子束蒸发或磁控溅射，其厚度在满足保护要求的情况下可以尽量薄，厚度范围为：10nm~1μm。

请参阅图 5，再在保护层 12 上沉积催化剂层 13。催化剂 13 材料可为铁，钴，镍等过渡元素金属或其合金。催化剂层 13 的沉积厚度为：1~10nm，优选 5nm。沉积方式采用电子束蒸发、热蒸发或者溅射法。

请参阅图 6，再在催化剂层 13 上形成一绝缘层 14。该绝缘层 14 的目的是绝缘阴极电极 17 与栅极电极 19，同时形成空隙 141 以提供碳纳米管的生长空间。制作可采用镀膜、印刷或直接采用现成的薄板。此绝缘层 14 厚度范围：1 微米~10 毫米，根据碳纳米管阵列 15 的生长长度而定，优选厚度范围 10 微米~500 微米。若采用现成的薄板则要求单面平整度 1 微米以下（面向催化剂一面）。制作时应做出显示点阵。此绝缘层 14 的制成材料应当能够耐受 700°C 左右的碳纳米管生长温度，其材料可选择高温玻璃、涂敷绝缘层的金属、硅、氧化硅或陶瓷、云母等。

请参阅图 7，再在绝缘层 14 的间隙 141 中生长碳纳米管阵列 15，其高度与绝缘层 14 大致相同即可，高度的不均匀性不会影响到场发射显示效果。

请参阅图 8，根据驱动电路的需要，可选择沉积一层电阻负反馈层 16。此层的材料可选用合适电阻率的硅、合金等材料，厚度根据需要的电阻大小决定，该电阻大小由电路设计和使用时的栅极电压决定，范围可能在 1 千欧姆至 100 兆欧姆之间。沉积可采用电子束蒸发、热蒸发或溅射法，沉积的形状与阴极电极相同，沉积需要用到镂空的模板。

请参阅图 9，在电阻负反馈层 16 上沉积阴极电极 17。沉积的方法与沉积电阻负反馈层 16 相同，亦用到相同的沉积模板。阴极材料 17 与栅极电极 19 相同。

请参阅图 10，对阴极进行封装底板 18。底板 18 可选用玻璃、塑料、陶瓷等材料，制作方法可采用印刷、粘接、融合等。

请参阅图 11，再脱离工作板 10，翻转后用适当的工艺，如湿法刻蚀除去栅极保护层和绝缘介质膜 11 在显示像素点位置的对应部分(未标示)。

请参阅图 12，采用适当的工艺，如干法刻蚀去除保护层 12 在显示像素点位置的对应部分(未标示)。如有必要，可采用激光轰击去除催化剂层 13。

请参阅图 13，再与荧光屏封装，即成场发射显示器。其中荧光屏包括一阳极 20，玻璃基板 21 与荧光层 22。

说明书附图

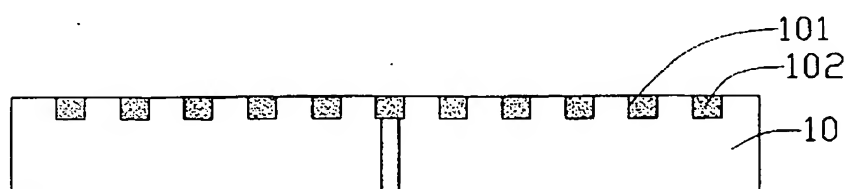


图 1

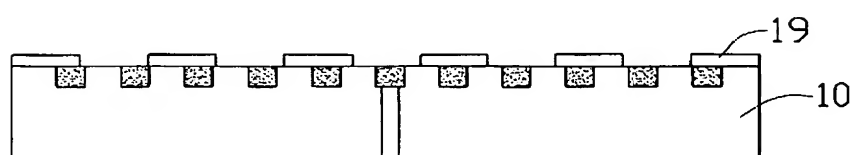


图 2

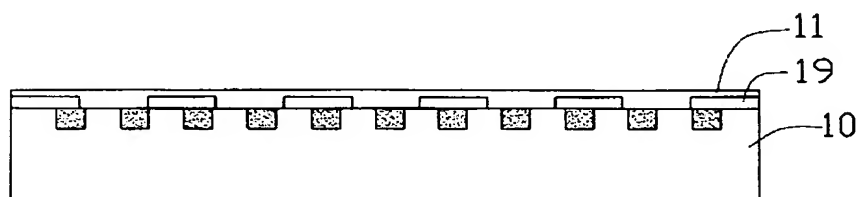


图 3

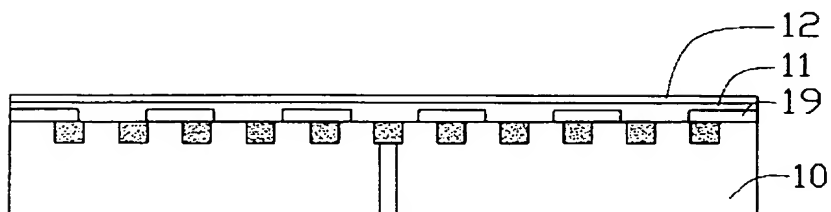


图 4

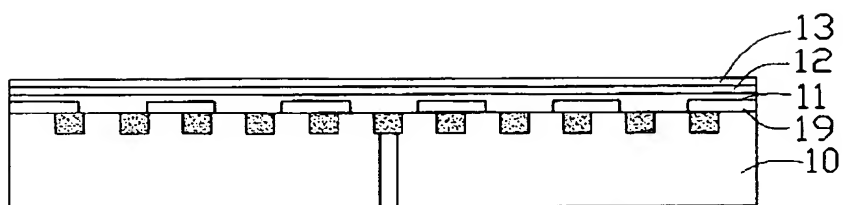


图 5

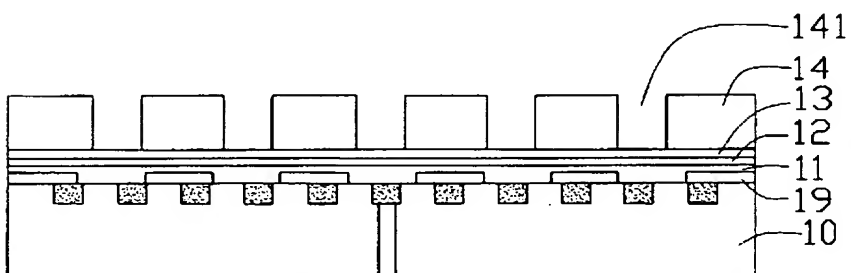


图 6

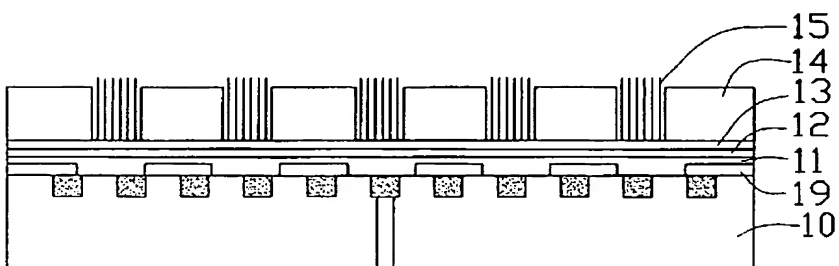


图 7

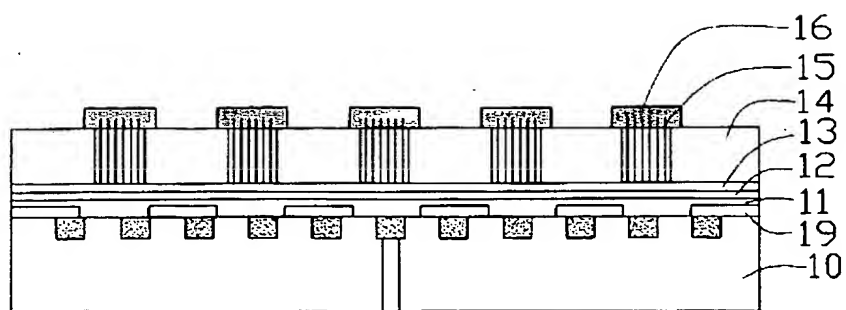


图 8

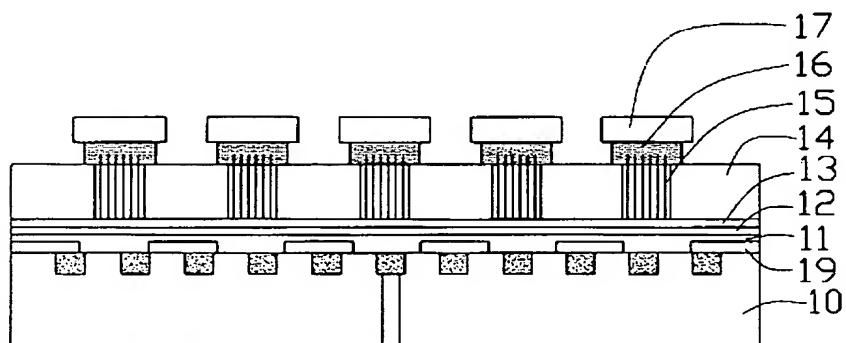


图 9

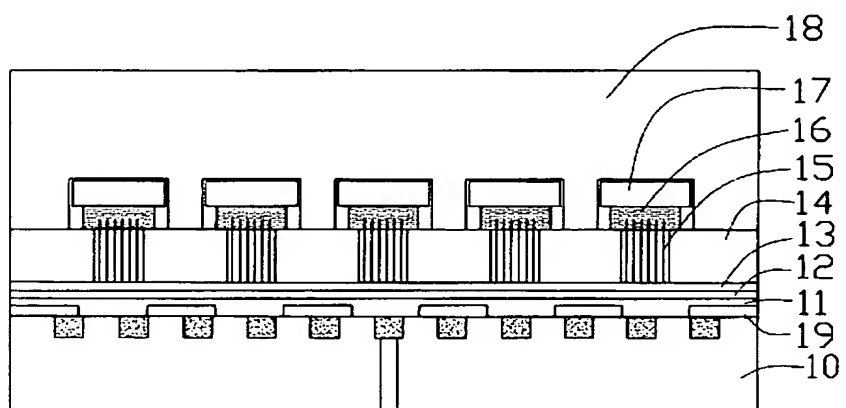


图 10

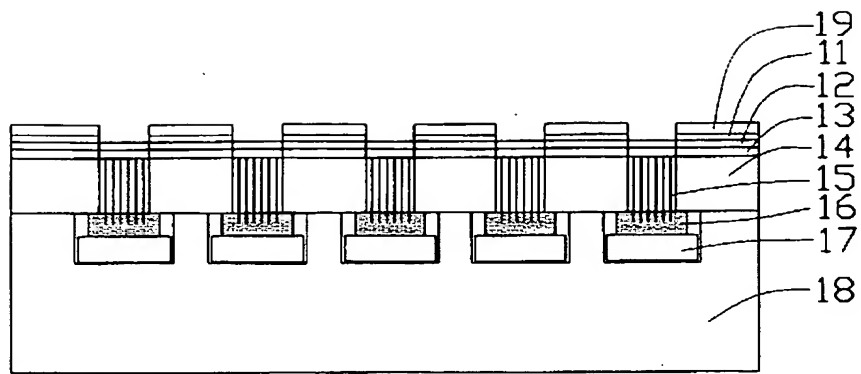


图 11

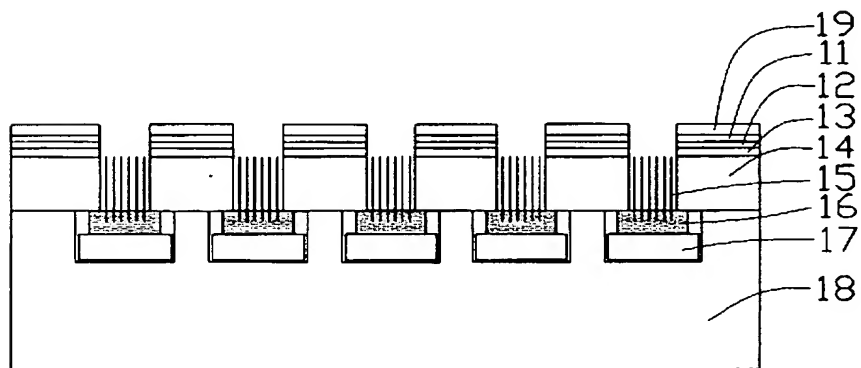


图 12

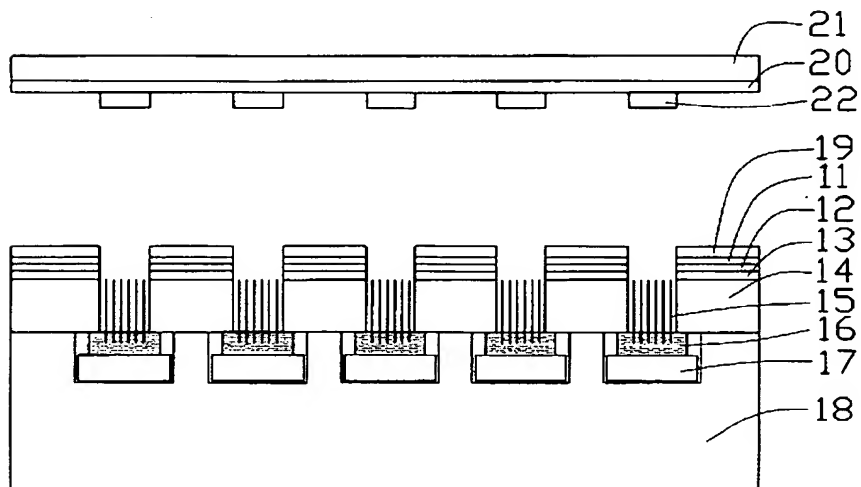


图 13